

TEST CIRCUIT FOR A SENSOR

Publication number: DE4118718

Publication date: 1992-12-10

Inventor: HEMMINGER HERMANN DIPL ING (DE); JOHNE
STEPHAN DIPL ING (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- International: G01D18/00; G01R31/02; G01R31/28; G01D18/00;
G01R31/02; G01R31/28; (IPC1-7): G01R31/02

- European: G01R31/28E9

Application number: DE19914118718 19910607

Priority number(s): DE19914118718 19910607

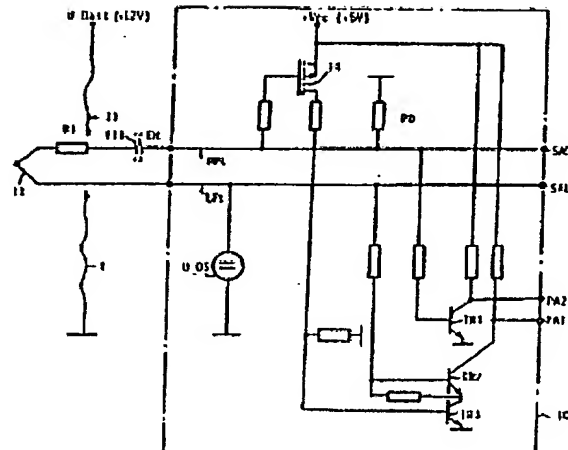
Also published as:

WO9221985 (A1)
EP0542943 (A1)
US5294890 (A1)
EP0542943 (A0)
EP0542943 (B1)

Report a data error here

Abstract of DE4118718

The invention relates to a circuit for testing the functional condition or status of a sensor. The sensor may either be operational or emit a fault signal, principally caused by a short circuit to earth, a short circuit to the power supply voltage or a break. Automatic status detection is important for such sensors which can be observed and monitored only at long intervals or which apply their signals to fully automatically operating devices. In such cases it is customary to monitor operating parameters continuously and emit binary status signals. In checking the operation of a sensor it is desirable to be able to discover different operational conditions in the simplest possible way. The problem thus arose of providing a test circuit for a sensor which makes it possible to differentiate between various operational conditions in a simple manner.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 41 18 718 A 1

51 Int. Cl. 5:
G 01 R 31/02
// G 01 K 15/00

21 Aktenzeichen: P 41 18 718.0
22 Anmeldetag: 7. 6. 91
43 Offenlegungstag: 10. 12. 92

DE 41 18 718 A 1

71 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:

Hemminger, Hermann, Dipl.-Ing., 7145
Markgröningen, DE; Johné, Stephan, Dipl.-Ing., 7140
Ludwigsburg, DE

54 Prüfschaltung für einen Sensor

57 Es wird eine Prüfschaltung (10) für einen Sensor (11) angegeben, die mit zwei Prüfsignalen (4) Funktionszustände des Sensors eindeutig unterscheidbar anzeigt und durch folgende Schaltungsteile gekennzeichnet ist:

Eine Offset-Spannungsquelle (U_{OS}), die mit derjenigen

Sensorleitung (LPL) verbunden ist, deren Potential tiefer ist als das der anderen Leitung (HPL) und die an die Sensorleitung (LPL) eine Offset-Spannung gegenüber Masse ausgibt, die höher ist als die zur Durchsteuerung an der Steuerelektrode erforderliche Mindestspannung;

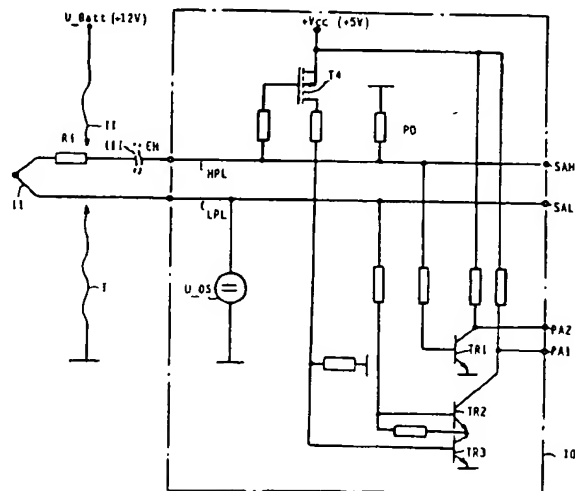
- einen Pull-Down-Widerstand (PD) zwischen der Leitung (HPL) und Masse;

- einen ersten Prüftransistor (TR1), dessen Steuerelektrode über eine Widerstandsanordnung mit der Leitung (HPL) verbunden ist;

- einen zweiten Prüftransistor (TR2), dessen Steuerelektrode über eine Widerstandsanordnung mit der Sensorleitung (LPL) verbunden ist;

- und einen dritten Prüftransistor (TR3), dessen Steuerelektrode mit dem Ausgang eines P-Transistors (TR4) verbunden ist, dessen Steuerelektrode mit einer der beiden Sensorleitungen verbunden ist.

Aus der Kombination der Schaltzustände der drei Prüftransistoren läßt sich der Funktionszustand des Sensors eindeutig erkennen, wobei unterschieden wird zwischen funktionsfähig, Schluß gegen Masse, Schluß gegen Versorgungsspannung und Unterbrechung.



DE 41 18 718 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Prüfen des Funktionszustandes oder Status eines Sensors. Der Sensor kann entweder funktionsfähig sein, oder er kann ein fehlerhaftes Signal ausgeben, was insbesondere durch einen Schluß gegen Masse, einen Schluß gegen die Versorgungsspannung oder durch eine Unterbrechung bedingt ist.

Im folgenden wird in Zusammenhang mit Transistoren u. a. der Begriff "Elektronen empfangende Elektrode" verwendet. Bei Transistoren mit N-Leitung ist dies die Drain bzw. der Kollektor, bei solchen mit P-Leitung die Source bzw. der Emitter.

Stand der Technik

Besonders wichtig ist selbsttätige Statuserkennung für solche Sensoren, die nur in größeren Zeitabständen beobachtet und kontrolliert werden können oder die ihre Signale vollautomatisch arbeitenden Einrichtungen zuführen. In solchen Fällen ist es üblich, Betriebsparameter laufend zu kontrollieren und binäre Statussignale auszugeben.

Beim Überprüfen der Funktionsfähigkeit eines Sensors ist es erwünscht, unterschiedliche Funktionszustände auf möglichst einfache Art erkennen zu können. Es bestand demgemäß das Problem, eine Prüfschaltung für einen Sensor anzugeben, die unterschiedliche Funktionszustände auf einfache Art unterscheidbar macht.

Darstellung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Prüfschaltung für einen Sensor ist gekennzeichnet durch:

- eine Offset-Spannungsquelle, die mit derjenigen Sensorleitung verbunden ist, deren Potential tiefer ist (Niederpotentialleitung) als das der anderen (Hochpotentialleitung), und die an die Niederpotentialleitung eine Offsetspannung gegenüber Masse ausgibt, die höher ist als die Mindestspannung an der Steuerelektrode eines Transistors, um diesen durchzusteuern (Transistor-Mindeststeuerspannung);
- einen Pull-Down-Widerstand, der einerseits mit der Hochpotentialleitung und andererseits mit Masse verbunden ist;
- einen ersten Prüftransistor, dessen Steuerelektrode über eine Widerstandsanordnung mit der Hochpotentialleitung verbunden ist, und der sperrt, wenn das Potential auf der Hochpotentialleitung unter die Transistor-Mindeststeuerspannung fällt, was entweder bei einem Masseschluß des Sensors oder wegen des Pull-Down-Widerstands bei einer Unterbrechung der Fall ist;
- einen zweiten Prüftransistor, dessen Steuerelektrode über eine Widerstandsanordnung mit der Niederpotentialleitung verbunden ist, und der sperrt, wenn die Niederpotentialleitung auf Masse liegt, was bei einem Masseschluß der Fall ist;
- und einen dritten Prüftransistor, dessen Steuerelektrode mit dem Ausgang eines P-Transistors verbunden ist, dessen Steuerelektrode mit einer der beiden Sensorleitungen verbunden ist und so beschaltet ist, daß er sperrt, wenn die Leitungen ein Potential einnehmen, das mindestens dem Potential der Elektronen empfangenden Elektrode zuzüglich

der Mindeststeuerspannung entspricht, woraufhin auch der dritte Prüftransistor sperrt;

– wobei die Kombination der Schaltzustände der drei Prüftransistoren den Funktionszustand des Sensors anzeigt, also zwischen funktionsfähig, Schluß gegen Masse, Schluß gegen die Versorgungsspannung und Unterbrechung unterscheidet.

Aufgrund der genannten Kombinationen von Schaltzuständen der drei Prüftransistoren sind vier Sensor-Funktionszustände mit nur drei Transistorsignalen überprüfbar. Noch einfacher wird die Auswertung, wenn gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform zwei der drei Prüftransistoren in Reihe geschaltet sind. Selbst in diesem Fall ergibt sich aus den Kombinationen der Schaltzustände der Transistorreihenschaltung und des restlichen Prüftransistors der jeweilige Funktionszustand des Sensors in eindeutiger Weise. Wird der Sperrzustand eines Transistors mit "1" und der Durchschaltzustand (Verbindung gegen Masse) mit "0" gekennzeichnet, sind die vier Zustände als 2-Bit-Signale "00", "01", "10" und "11" voneinander unterscheidbar.

Zeichnung

Fig. 1 Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer Prüfschaltung für einen Sensor, die mit Hilfe von zwei Prüfsignalen, die jeweils einen von zwei Zuständen einnehmen, insgesamt vier Funktionszustände des Sensors unterscheidet;

Fig. 2 Tabelle, die die Verknüpfung zwischen den Zuständen der beiden Prüfsignale und den Funktionszuständen des Sensors zeigt.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine Prüfschaltung 10, an die ein Thermoelement 11 als Sensor über zwei Eingänge EL und EH angeschlossen ist. Mit dem Eingang EL ist dabei diejenige Leitung des Thermoelements 11 verbunden, deren Potential tiefer ist (Niederpotentialleitung LPL) als das der anderen Leitung (Hochpotentialleitung HPL). Die Hochpotentialleitung ist an den anderen Eingang EH angeschlossen. Die Signale von diesen Eingängen werden über die Hochpotentialleitung HPL bzw. die Niederpotentialleitung LPL unmittelbar an Signalausgänge SAH bzw. SAL geliefert, wo sie zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stehen. Andererseits werden die Signale auf den beiden Leitungen innerhalb der Prüfschaltung 10 ausgewertet, und die Auswertungssignale werden an zwei Prüfausgängen PA1 und PA2 ausgegeben.

Am Thermoelement 11 können insbesondere folgende drei Fehler auftreten: Ein Schluß gegen Masse, was in Fig. 1 mit I gekennzeichnet ist, ein Schluß gegen die Versorgungsspannung, was mit II gekennzeichnet ist, und schließlich eine Leitungsunterbrecher, was mit III gekennzeichnet ist. Die Schlüsse und Leitungsunterbrechungen können nur auf einer der beiden Sensorleitungen auftreten oder auf beiden.

Für das folgende wird angenommen, daß als Spannungsquelle einer Spannungsquelle eine Batteriespannung U_{Batt} von +12 V vorliegt und daß von Transistoren in der Prüfschaltung 10 eine Versorgungsspannung +Vcc von +5 V genutzt wird.

Wesentlich für die Funktion der Prüfschaltung 10 ist, daß sie eine Offset-Spannungsquelle U_{OS} aufweist, die

das Potential der Niederpotentialleitung LPL gegenüber Masse anhebt, und zwar um eine Offsetspannung, die höher ist als die Transistor-Mindeststeuerspannung. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 werden NPN-Si-Transistoren mit einem Basis-Emitter-Spannungsabfall von ca. 0,7 V verwendet. Die Offsetspannung beim Ausführungsbeispiel wurde daher zu 1 V gewählt.

Zwischen der Hochpotentialleitung und Masse liegt ein Pull-Down-Widerstand PD. Da über diesen dauernd ein Strom fließt, der am Innenwiderstand R_i des Thermoelements 11 zu einem Spannungsabfall führt, ist dieser Widerstand so hochohmig gewählt, daß er das Sensorsignal weniger verfälscht, als es der Meßgenauigkeit entspricht. Alternativ könnte die am Innenwiderstand des Sensors abfallende Spannung beim Auswerten des Sensorsignals berücksichtigt werden. Dies ist jedoch nur dann praktikabel, wenn ein Anwendungsfall vorliegt, bei dem die Widerstandswerte sowohl des Innenwiderstandes des Sensors wie auch des Pull-Down-Widerstandes zeitlich im wesentlichen konstant sind.

Solange der Sensor ordnungsgemäß arbeitet, entspricht das Potential auf der Niederpotentialleitung LPL dem Offsetpotential und das Potential auf der Hochpotentialleitung liegt um die Sensorspannung höher. Im Fall einer Unterbrechung wird das Potential auf der Hochpotentialleitung dagegen durch den Pull-Down-Widerstand PD auf Massepotential gezogen. Ebenfalls Massepotential auf der Hochpotentialleitung liegt im Fall eines Masseschlusses dieser Leitung vor. Im Fall eines Masseschlusses der Niederpotentialleitung LPL liegt diese auf Massepotential, und das Potential auf der Hochpotentialleitung HPL ist um die Sensorspannung höher. Kommt die Masseleitung dagegen mit dem hohen Potential der Spannungsquelle (Batterie) oder auch nur mit dem der Versorgungsspannung in Berührung, nimmt sie das entsprechende Potential ein. Das Potential auf der Hochpotentialleitung ist dabei um die Sensorspannung höher. Kommt dagegen die Hochpotentialleitung mit einem der beiden genannten höheren Potentiale in Berührung, nimmt sie das jeweilige höhere Potential ein, während das Potential der Niederpotentialleitung LPL um die Sensorspannung niedriger liegt. Die Potentialunterschiede auf den beiden Leitungen im Fall von Schlüssen gegen Masse oder die genannten höheren Potentiale sind dann unbeachtlich, wenn die maximale Sensorspannung geringer ist als die Durchsteuerspannung des Transistors. Dies ist beim Ausführungsbeispiel vorausgesetzt.

Ein vom Potential der Hochpotentialleitung HPL gesteuerter Transistor ist in Fig. 1 als TR1 bezeichnet. Seine Basis ist mit der Hochpotentialleitung über eine Widerstandsanordnung verbunden, die als einzelner Widerstand dargestellt ist. Sein Kollektor steht über einen Widerstand mit der Betriebsspannung V_{cc} und sein Emitter mit Masse in Verbindung. Am Kollektor wird das einem zweiten Prüfausgang PA2 zugeführte Signal abgegriffen. Es entspricht dem Massepotential (Zustand "0"), solange der Transistor leitet, was der Fall ist, wenn das Potential auf der Hochpotentialleitung mindestens auf dem Potential der Offset-Spannungsquelle U_{OS} liegt. Fällt das Potential dagegen wegen einer Unterbrechung oder eines Masseschlusses unter diesen Wert, sperrt der Transistor, und das genannte Signal weist das Potential der Betriebsspannung auf (Zustand "1").

Entsprechend wie der Transistor TR1 das Vorliegen eines Potentials über oder unter dem Offsetpotential auf der Hochpotentialleitung untersucht, untersucht ein Transistor TR2 diese Verhältnisse für die Niederpoten-

tialleitung LPL. Auch dieser Transistor ist ein NPN-Si-Transistor; seine Basis ist über eine Widerstandsordnung mit der Niederpotentialleitung verbunden. Sein Kollektor ist über einen Widerstand an die Betriebsspannung V_{cc} angeschlossen; das Signal am Kollektor wird einem ersten Prüfausgang PA1 zugeführt. Der Emitter ist allerdings nicht unmittelbar geerdet wie der des Transistors TR1, sondern zwischen ihm und Masse liegt die Schaltstrecke eines Transistors TR3. Daher tritt am ersten Prüfausgang TR1 nicht bereits dann das Signal "0" auf, wenn der Transistor TR2 durchschaltet, sondern dies ist erst dann der Fall, wenn auch der Transistor TR3 geöffnet ist. Wenn einer dieser beiden Transistoren sperrt, hat das Signal am Prüfausgang PA1 den Zustand "1".

Die Basis des eben genannten Transistors TR3 wird durch einen Transistor TR4 gesteuert. Es handelt sich um einen P-Kanal-MOSFET, dessen Source an der Versorgungsspannung von +5 Volt liegt, dessen Gate über einen Widerstand mit der Hochpotentialleitung HPL verbunden ist und dessen Drain den Transistor TR3 ansteuert. Dieser P-Kanal-MOSFET ist durchgeschaltet, solange das Potential auf seinem Gate, also das Potential der Hochpotentialleitung, niedriger ist als das Sourcepotential, also die Versorgungsspannung. Dann ist auch der Transistor TR3 durchgeschaltet. Dies ändert sich jedoch, sowie das Potential auf der Hochpotentialleitung mindestens auf das der Versorgungsspannung V_{cc} von +5 V steigt, was z. B. im Fall eines Schlusses gegen die Spannung von +12 V der Spannungsquelle (Batterie) der Fall ist. Damit der Transistor TR4 im genannten Fall ordnungsgemäß schaltet, muß die Versorgungsspannung V_{cc} größer sein als die Summe von Ausgangsspannung des Sensors + Offsetspannung + Mindeststeuerspannung des Transistors TR4.

Fig. 2 veranschaulicht die Zustände der Signale an den Prüfausgängen PA1 und PA2 für die vorstehend beschriebenen Funktionsfälle. Es ist ersichtlich, daß die vier verschiedenen Fälle mit Hilfe der zwei binären Prüfsignale eindeutig voneinander unterscheidbar sind.

Im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ist der Transistor, der die Basis des Transistors TR3 ansteuert, ein Feldeffekttransistor. Dies hat den Vorteil, daß er keinen Steuerstrom benötigt, der über den Pull-Down-Widerstand PD fließen müßte. Dadurch kann der Pull-Down-Widerstand sehr hochohmig gewählt werden, was aus den oben genannten Gründen für die Meßgenauigkeit des Sensorsignals von Vorteil ist. Soll die Prüfschaltung allerdings zusammen mit anderen Schaltungsteilen integriert werden, ist es von Vorteil, wenn alle Schaltelemente mit im wesentlichen gleichen Verfahrensschritten hergestellt werden können, also sie alle entweder bipolare Transistoren oder Feldeffekttransistoren sind. Je nach Anwendungsfall wird man demgemäß den Transistor TR4 als Feldeffekttransistor oder als bipolaren PNP-Transistor ausbilden, wobei die Verwendung von Feldeffekttransistoren wegen erheblich verringerten Leckströmen und der stromfreien Ansteuerung gegenüber bipolaren Transistoren vorteilhafter ist. Es wird dabei die Schaltung von Fig. 1 entsprechend verwendet, wobei jedoch bei den Transistoren TR1 bis TR3 jeweils die Source des jeweiligen FET's dem Emitter, das Gate der Basis und die Drain dem Kollektor des jeweiligen bipolaren Transistors entspricht. Die Offsetspannung muß dabei entsprechend der höheren Durchsteuerspannung von FET's höher liegen, nämlich bei z. B. 2,5 V statt 1 V.

1. Prüfschaltung (10) für einen Sensor (11), gekennzeichnet durch

- eine Offset-Spannungsquelle (U_{OS}), die 5
mit derjenigen Sensorleitung verbunden ist,
deren Potential tiefer ist (Niederpotentiallei-
tung LPL) als das der anderen (Hochpotentiallei-
tung HPL), und die an die Niederpotential-
leitung eine Offsetspannung gegenüber Masse 10
abgibt, die höher ist als die Mindeststeuer-
spannung an der Steuerelektrode eines Transi-
stors, um ihn durchzusteuern (Transistor-Min-
deststeuerspannung);
- einen Pull-Down-Widerstand (PD), der ei- 15
nerseits mit der Hochpotentialleitung und an-
dererseits mit Masse verbunden ist;
- einen ersten Prüftransistor (TR1), dessen
Steuerelektrode über eine Widerstandsanzor-
dnung mit der Hochpotentialleitung verbunden 20
ist, und der sperrt, wenn das Potential auf der
Hochpotentialleitung unter die Transistor-
Mindeststeuerspannung fällt, was entweder
bei einem Masseschluß des Sensors oder, we- 25
gen des Pull-Down-Widerstands, bei einer Un-
terbrechung der Fall ist;
- einen zweiten Prüftransistor (TR2), dessen
Steuerelektrode über eine Widerstandsanzor-
dnung mit der Niederpotentialleitung verbun- 30
den ist und der sperrt, wenn die Niederpotenti-
alleitung auf Masse liegt, was bei einem Mas-
seschluß der Fall ist;
- und einen dritten Prüftransistor (TR3), des-
sen Steuerelektrode mit dem Ausgang eines
P-Transistor (TR4) verbunden ist, dessen Steu- 35
erelektrode mit einer der beiden Sensorlei-
tungen verbunden ist und so beschaltet ist, daß er
dann sperrt, wenn die Leitungen ein Potential
einnehmen, das mindestens dem Potential der
Elektronen empfangenden Elektrode zuzüg- 40
lich der Mindeststeuerspannung entspricht,
woraufhin auch der dritte Transistor sperrt;
- wobei die Kombination der Schaltzustände
der drei Prüftransistoren den Funktionszu-
stand des Sensors angibt, also zwischen funk- 45
tionsfähig, Schluß gegen Masse, Schluß gegen
die Versorgungsspannung und Unterbrechung
unterscheidet.

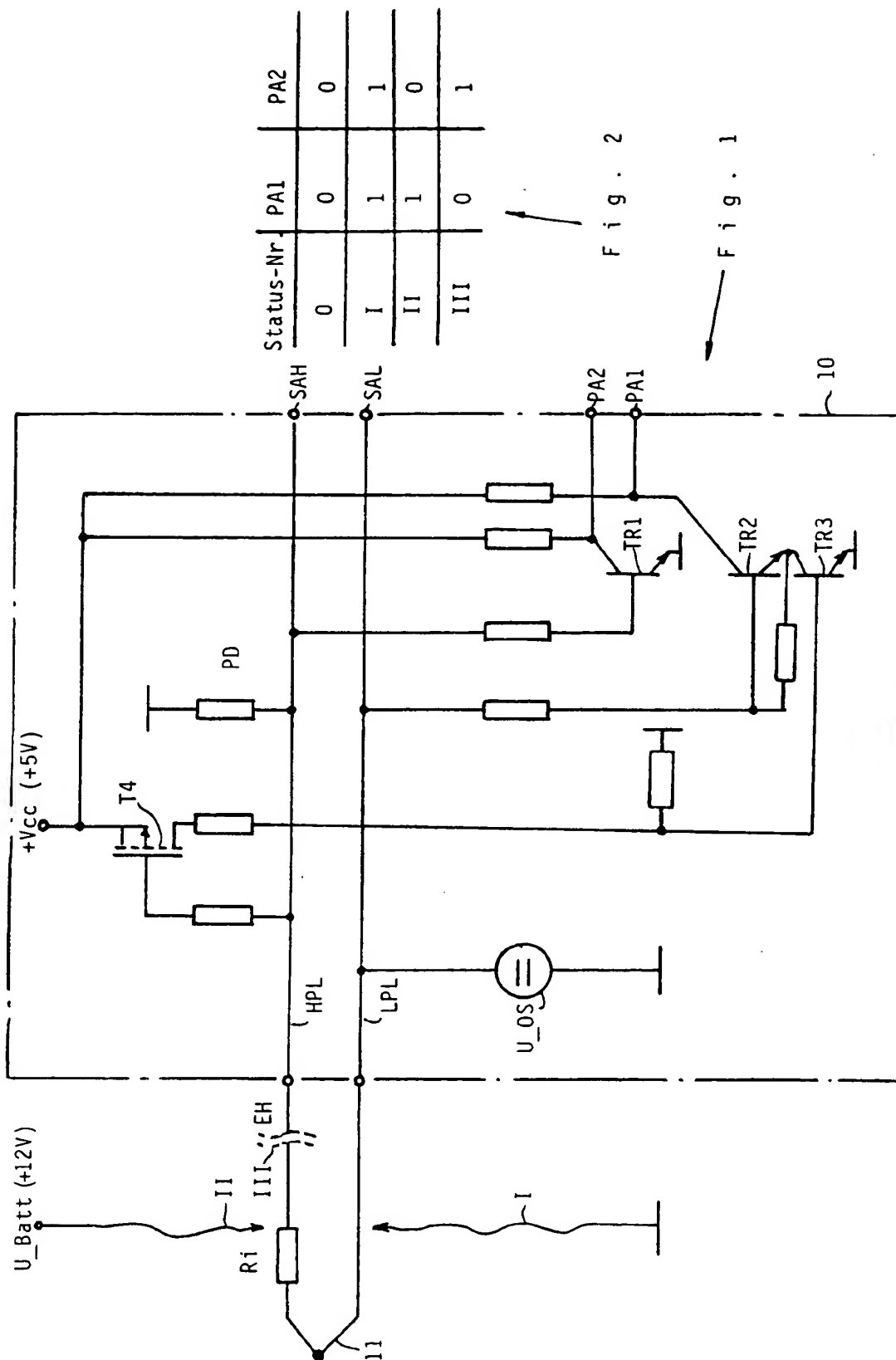
2. Prüfschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekenn- 50
zeichnet, daß zwei (TR2, TR3) der drei Prüftransi-
storen in Reihe geschaltet sind und demgemäß die
Kombination der Schaltzustände der Transistorrei-
henschaltung und des restlichen Prüftransistors
(TR1) den Funktionszustand des Sensors angibt.

3. Prüfschaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 55
2, dadurch gekennzeichnet, daß der P-Transistor
(TR4) ein P-Kanal-FET ist.

4. Prüfschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der Pull-Down-Wi- 60
derstand (PD) hochohmig ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.